

突破选矿技术瓶颈 实现铁矿高效利用

◎本报记者 顾满斌

近日,甘肃省强科技行动工作推进会暨科学技术(专利)奖励大会召开,酒泉钢铁(集团)有限责任公司(以下简称酒钢)的“难选氧化铁矿”石悬浮磁化焙烧关键技术研究与工业应用项目获甘肃省科技进步奖一等奖。

中国铁矿石资源丰富,其中难选氧化铁矿资源占比高达39.3%。难选氧化铁矿资源开发难度大,这使得国内钢铁企业铁矿资源使用受到限制。针对此问题,酒钢立足国内资源,持续几十年对难选氧化铁矿石相关技术进行攻关,最终实现了对铁矿石资源的高效利用。

把铁矿石资源“吃干榨尽”

酒钢所用的铁矿石,来自祁连山中的镜铁山矿。1970年酒钢高炉投产,从镜铁山开采的铁矿石能进入磁选工序的只占原矿的一半。另一半筛下来的粉矿因为没有合适的技术和成熟的装备而无法利用,只能堆积在冶金厂。经过长期堆积,超过千万吨的粉矿形成了一座山。

“这座粉矿山压得酒钢人喘不过气,直不起腰,企业也是连年亏损。”酒钢原选矿工程师孙忠信回忆,“技术人员围绕沸腾炉、粉矿竖炉、回转窑、斜坡炉等进行了大量试验探索与研究,但都以失败告终。”20世纪70年代,酒钢不断开展强磁选技术攻关,先是自行设计制造出SHP-1000型仿琼斯型平环强磁选机,使得酒钢铁山粉矿处理试验取得成功。后为满足生产需求,技术人员又研制出SHP-3200型强磁选机。

1985年,酒钢已经有6台SHP-3200型强磁选机用于生产。至此,镜铁山开采出的粉矿不再堆积,原来堆积的粉矿山逐渐得到“消化”,酒钢实现扭亏为盈。

酒钢块矿采用竖炉焙烧—弱磁选技术。该技术提高了难选氧化铁矿的回收率,但导致精矿品位较低、杂质含量高。

为进一步提高弱磁选精矿质量,选矿技术团队分析了酒钢铁山矿石性质和水质特点,研发了“阳离子反浮选技术”,使得弱磁选精矿的品位提高了4个百分点,杂质含量明显降低。

“难选氧化铁矿”石悬浮磁化焙烧关键技术研究与工业应用项目负责人陈毅琳说,阳离子反浮选技术的应用,使酒钢铁山焙烧后铁精矿品位大幅度提高,但粉矿的金属回收率、精矿质量仍处于行业较低水平。“提高粉矿选矿指标,把铁矿石资源吃干榨尽,成为酒钢选矿技术人员的梦想,也成为我们不懈的追求。”陈毅琳说。

2015年,陈毅琳捕捉到悬浮焙烧技术的发展动



酒泉钢铁(集团)有限责任公司厂景。视觉中国供图

态。于是他带领团队不断跟踪、学习、考察,开始探索铁矿粉悬浮磁化焙烧工艺。

同年,酒钢委托东北大学针对酒钢粉矿开展系统的悬浮磁化焙烧小试、中试。2016年,酒钢委托东北大学开展扩大连续试验,试验结果显示铁精矿品位58.67%、回收率87.82%,为酒钢粉矿的高效化利用奠定了技术基础。

基于东北大学悬浮磁化焙烧技术试验成果,2016年6月24日,酒钢产能165万吨/年的悬浮磁化焙烧选矿改造工程启动建设;2017年底完成所有工程建设内容及单体试车;2018年3月进入热负荷试车;2018年11月至2019年3月,项目进行第一阶段连续试生产。但因为试生产中出现的多重问题,悬浮磁化焙烧技术在酒钢未顺利落地。2019年3月,酒钢决定项目停机改造。

项目实现全面达产达标

“万事开头难,但我们没想到会这么难。原本工业试验中已经很完善的工艺,进入试生产后各种问题层出不穷。”时任酒钢悬浮炉分厂工程主管项目部热能责任工程师李景涛说。

在试生产调试过程中,项目团队先后组织进行了43次改造和53次生产调试,先后攻克了悬浮焙烧炉干燥段落料、冷却产品过氧化、悬浮床落料、个别设备寿命短的问题,以及余热锅炉冷却效果差等多项生产难题。

“余热锅炉系统流化床堵料问题,是项目最大的拦路虎。经过4次改造,堵料问题还是无法解决。”李景涛介绍,技术团队经过讨论,决定暂时剥离余热回收系统,单独运行悬浮磁化焙烧炉。由此,团队出现了两种声音:一种认为余热回收给项目带来的风险太大,建议抛开余热回收,单独运行悬浮磁化焙烧炉短流程满负荷维持生产;另一种主张继续优化改造,实现余热充分回收,消除高温矿浆对磁选过程的不利影响,同时降低悬浮焙烧能耗成本。

陈毅琳认为,余热回收是这个项目节能降碳的关键因素,是整个悬浮焙烧工艺能否大规模推广应用的核心理念。即使有再大的困难,他们也要迎难而上,坚决啃下这块硬骨头。

在陈毅琳的坚持下,项目团队白天组织生产调试,夜晚加班查阅资料完善改造方案。最终解决了余热锅炉系统流化床堵料问题,并实现余热回收。设备每小时蒸汽产量可达到22吨。

项目于2020年11月实现了全面达产达标。根据年度生产统计,铁精矿品位达到55.3%,金属回收率达到89.4%。与原强磁选工艺相比,悬浮磁化焙烧系统精矿品位提高12个百分点,金属回收率提高26个百分点,经济效益十分显著。

2021年11月26日,甘肃省金属学会主持召开了“难选氧化铁矿”石悬浮磁化焙烧关键技术研究与工业应用”科技成果评价会。与会专家认为,该项科技成果整体技术达到国际领先水平,建议加快推广应用。

成果播报

新型超高稳定性催化剂 寿命超过5500小时

科技日报讯(记者符晓波 通讯员欧阳桂莲)记者3月15日获悉,厦门大学化学化工学院教授王野、傅钢和上海同步辐射光源研究员姜政团队,创制出寿命超过5500小时的超高稳定性催化剂,用于开发新一代烷烃直接脱氢技术。相关研究成果日前发表于国际学术刊物《科学》。

低碳烯烃是合成纤维、橡胶、塑料等诸多大宗化工产品的原料。烷烃直接脱氢是工业制烯烃的重要途径。当前,烷烃直接脱氢技术须在苛刻的高温条件下进行,且商业催化剂易烧结、易积碳,需频繁烧炭再生,由此带来了高能耗、高排放等一系列问题。构筑在高温苛刻反应条件下,兼具稳定性、高活性和高选择性的金属催化剂,是催化领域攻关难点。科学家一直都无法开发出在工业条件下连续稳定运行500小时以上的催化剂。

该科研团队另辟蹊径,提出“原位动态构建活性位”的概念,利用金属钨的亲氧性和动态迁移特点,设计了高度稳定的催化剂。

“新型催化剂可有效规避积碳生成,无需像商用烷烃脱氢工艺额外添加氢气以抑制积碳,也无需通过空气烧焦频繁再生,过程更简便、更绿色。”王野介绍,研究团队以纯丙烷为反应原料进行实验验证,发现该催化剂可在550℃的近工业反应条件下连续测试5500小时,活性和选择性均保持稳定。同时,该催化剂还可以副产氢气。在600℃的条件下且高丙烷转化率超过60%的情况下,该催化剂可连续稳定运行1200小时以上。

目前,该团队已申请并获得多项中国发明专利,正开展催化剂放大实验,并与相关能源化工企业开展密切合作,推进该原创性基础研究成果走向产业化。

中国散裂中子源加速器 打靶功率创新高

科技日报讯(记者龙跃梅)3月16日,记者获悉,中国散裂中子源打靶束流功率近日达到160千瓦(kW)并实现稳定束流运行,超过设计指标60%。

记者了解到,为了顺利提高打靶束流功率,中国散裂中子源加速器团队在上一轮装置运行间隙,提前部署并完成了大量机器研究和物理模拟工作,并在春节停机期间安装了新增的磁合金加载腔和动量准直器。经过两周紧张的束流调试,中国散裂中子源加速器束流功率达到160kW,比上一轮运行提高20kW。

束流损失控制,是强流质子加速器稳定运行的关键。其中,空间电荷效应和束流不稳定性引起的束流损失,是限

制加速器束流功率的最重要因素。在仅有的两周束流调试时间内,中国散裂中子源加速器团队高效地完成了春节新增设备的在线调试,并通过直线加速器增大束流功率,完成快循环同步加速器工作点、注入涂抹、束流不稳定性抑制、轨道校正等迭代优化工作,有效控制了高功率下的束流发射度增长和损失,实现了160kW束流功率下的稳定运行。

据了解,中国散裂中子源实现160kW打靶束流功率并稳定运行,不仅缩短了用户实验时间,提高了装置使用效率,也验证了中国散裂中子源二期工程束流功率提升的关键技术路线,为中国散裂中子源二期工程建设打下了坚实的基础。

高档位及新能源传动系统 实现产业化

科技日报讯(记者李丽云 朱虹 通讯员李吉)3月16日,记者获悉,哈尔滨东安汽车动力股份有限公司(以下简称东安动力)“高档位及新能源传动系统产业化研究”项目近日通过验收。该项目为2019年度黑龙江省“百千万”工程科技重大专项。项目研发的八速自动变速器(8AT)和新能源混合动力专用变速器(DHT)已全部实现产业化,具备完全自主知识产权。

在项目研发过程中,技术团队先后攻克了动力流拓扑、节能高效、机电耦合系统集成、油冷电机热平衡、高压强电系统绝缘等技术难题。在混合动力变速器的驱动理论与设计等关键技术上形成自主知识产权。

项目研发的八速自动变速器可实现8挡位变速。“此前我国车企在8挡变速器的选择上主要依赖外资品牌。我

们的产品完全实现国产化,与竞品相比性价比更高,并可助力车企缩短开发周期,提高市场竞争力。”项目负责人东安动力增程动力系统研究院副院长方立辉说。目前,八速自动变速器已成功配套江淮瑞风、江淮悍途、江铃福顺、北汽制造等车型,实现大批量生产,并有20余个新项目在搭载匹配中。

“项目研发的新能源混合动力专用变速器形成了多个系列产品,最高可实现4个挡位变速,为国内最高,可适配1.5—8吨车重的商用车。”方立辉介绍,项目获得了4项国际发明专利,其中之一是独特的动力结构,可适配更多新能源车型。

“该动力结构不同于国内已有任何动力布置形式,其优势在于扭矩密度大、质量轻、适配性更广。”方立辉说。目前,该产品已搭载5个车厂的多个车型,将在今年陆续实现量产。

大口径沉积物柱状取样系统 完成海上试验验证

科技日报讯(记者宋迎迎 通讯员王敏)记者3月17日获悉,中国科学院海洋研究所研发的大口径沉积物柱状取样系统日前在南黄海海域搭载自然资源部向阳红01科学考察船,完成了海上试验验证,并获取单柱、连续、低扰动500毫米大口径柱状沉积物7.89米,创造了该海域大口径柱状沉积物的最长取样纪录,填补了我国大口径沉积物取样领域的技术和装备空白。

中国科学院海洋研究所正高级工程师梁振东介绍,传统柱状沉积物取样器取样口径多在110毫米左右。500毫米大口径沉积物取样系统口径的加大带来了取样管连接困难、贯入深度小、管内样品脱落、吊装困难等诸多问题。

对此,科研人员提出了“重力释放+往复冲击”的设计理念,在海试

期间采用立式收放、在线通讯控制等作业模式,确保5次作业全部顺利回收。其单次取样长度最长达7.89米,并取得了末次盛冰期以来低海平面时期的陆相地层样品。

记者了解到,大口径沉积物柱状取样系统主要用于大陆架埋藏态古人类遗址考古研究。“大口径沉积物样品更易获取保存完整的层序堆积或古人类遗迹、遗物,对于认识古人类迁徙路径、定居模式、早期航海起源和理解史前人类对海平面和气候变化应对方式等关键科学问题具有重要意义。”梁振东介绍说。

500毫米大口径沉积物取样系统的成功海试应用,将有效支撑我国东部陆架沉积环境与早期人类遗存探查等研究工作的开展,提升我国在大陆架范围早期人类文化文明起源考古研究领域的科研认知水平。

全钙钛矿叠层电池光电转换效率刷新世界纪录

科技日报讯(记者金凤)3月15日,记者从南京大学获悉,经国际第三方权威认证机构测试,该校现代工程与应用科学学院谭海仁课题组研发的大面积全钙钛矿叠层组件,稳态光电转换效率高达24.5%,刷新了全钙钛矿叠层组件的世界纪录。相关结果已被收录到《太阳能电池效率表》。近日,该团队相关论文发表于国际学术期刊《科学》。

谭海仁坦言,相较于传统的晶硅单结太阳能电池,钙钛矿叠层太阳能电池生产成本更低、更节能。轻量化、柔性化的特点使其更容易弯折,使用场景更多。钙钛矿叠层太阳能电池由电极、钙钛矿吸光层、空穴传输层、电

子传输层等结构堆叠而成,宽带隙钙钛矿薄膜和窄带隙钙钛矿薄膜是叠层电池中重要的吸光层。

当前,窄带隙钙钛矿薄膜的均匀制备是制约大面积组件性能提升的关键问题。

“窄带隙钙钛矿薄膜的吸光范围更广,能够吸收窄带隙钙钛矿薄膜吸收不了的光,提高光电转化效率。但现有的规模化制备技术开发尚未聚焦于窄带隙钙钛矿薄膜。”该论文的第一作者、南京大学博士生高寒告诉记者,含锡钙钛矿薄膜的结晶速度快,大面积量产制备的时间窗口短,易出现成膜不均匀的问题。此外,刮涂制备窄带隙钙钛矿时,组件自上而

下不同步的结晶过程,使其底部界面出现大量缺陷,严重限制了电池的光电性能。

研究团队在制备窄带隙钙钛矿薄膜时,根据钙钛矿结晶生长理论,筛选了20多种添加剂,最终发现具有缓冲剂特性的两性离子甘氨酸盐酸盐可以同时实现铅锡钙钛矿的结晶调控和埋底界面钝化。

“甘氨酸盐酸盐可以抑制钙钛矿结晶过程中的溶剂挥发,延缓钙钛矿的结晶速率,大幅延长钙钛矿薄膜的结晶窗口时间,实现铅锡钙钛矿薄膜的大面积、均匀化制备。”高寒介绍,“使用该方法,薄膜结晶的时间延长至原来的10倍,后续再

不依赖“碳移除” 为地球降温寻找更优解

科技日报讯(记者陈曦 通讯员张华)记者3月15日从天津大学获悉,该校环境科学与工程学院副教授金超团队联合多家国内外研究机构,提出一种最大限度减少二氧化碳移除技术(以下简称碳移除)依赖的地球降温发展路径。该研究成

果近日发表在环境领域国际期刊《环境科学与技术》上,并入选当期封面文章。

二氧化碳大量排放是引发地球升温的重要因素之一。科学家们一再警告,1.5摄氏度被认为是全球升温的一个关键阈值,超过这一水平

的变暖将给全球造成灾难性的影响。碳移除是降低碳排放、给地球降温的重要举措。

金超介绍,按照目前碳排放速度,到2100年温升不超过1.5摄氏度的碳预算可能在未来5年内耗尽。这就需要可再生能源和核能在全球能源供应中快速增长。

该研究利用全球气候变化的综合评估模型,部署了6种不同的碳移除方法:即造林/再造林、生物能源与碳捕集储存、直接空气捕集储存、生物炭捕集、强化岩石风化捕集、海洋固碳,进而模拟不同程度碳移除依赖场景下世界经济、能源系统、土地利用和环境之间的联系。

研究人员发现,在6种不同的碳移除方法中,生物能源与碳捕集储存和直接空气捕集储存将发挥最重要的作用,海洋固碳的高成本导致其发挥的作用甚微。全球碳移除的布局应因地

制宜,如生物能源与碳捕集储存技术适宜在非洲、亚洲、欧洲以及中美洲和加勒比海地区部署,直接空气捕集储存技术更适合在北美洲、南美洲和大洋洲等地区部署。

研究团队成员、留学生杰佛瑞介绍,如果严重依赖陆基生物碳移除方法来实现负碳排放,会对粮食生产和资源使用产生负面影响。这是因为造林/再造林、生物炭和生物能源作物等碳移除方案会占用大量土地资源,有可能挤占现有的耕地和牧场,给人类的粮食和食品安全带来极大挑战。

谭海仁表示,团队将继续尝试制备面积更大、效率更高的全钙钛矿叠层光伏组件,加速推进产业化进程。



北京金风科技亦庄智慧园区是北京绿色交易所认证的“碳中和”智慧园区。图为园区内配有光伏设备的停车区,远处是风力发电设备。新华社记者 彭子洋摄